

El banco de huesos del Hospital Provincial de Madrid

The bone bank of the Hospital Provincial, Madrid, Spain

SANCHÍS OLMOS, V.

Hospital Provincial de Madrid. Servicio de Traumatología, Huesos y Articulaciones.

Publicado en Acta Ortopédica-Traumatológica Ibérica, vol. I, fasc. 1.º, Madrid, 1 de enero de 1953, págs. 3-22

En gran número de operaciones ortopédicas es necesario utilizar injertos óseos. En ocasiones no es posible extraerlos del propio enfermo (hueso autógeno o autólogo), y resulta útil el hueso de otro ser humano (homólogo u homólogo) o de otro animal (heterólogo o heterólogo).

Dejando aparte la discusión sobre la pretendida supervivencia de células en los trasplantes frescos, especialmente autógenos, es indudable la mayor eficacia del injerto autógeno sobre el homólogo y el de éste sobre el heterólogo. Pero ya comenzamos este trabajo diciendo que en ocasiones la extracción del hueso propio no es posible en términos absolutos o en los relativos en cuanto a la cantidad necesaria. Asimismo el tiempo operatorio necesario para la extracción podría poner en riesgo la vida del enfermo o complicar el postoperatorio. En otras ocasiones la aplicación del injerto se va a hacer en zonas donde el fracaso es muy probable, con la consiguiente eliminación del hueso trasplantado. De ser autógeno el injerto, habríamos aumentado el riesgo quirúrgico y complicado el postoperatorio sin resultado eficaz.

El uso de hueso homólogo en cirugía ortopédica es vieja experiencia, y todos hemos procurado, en ocasiones que necesitábamos hueso extra, operar al mismo tiempo otro enfermo al que había que hacer alguna excisión de hueso aprovechable. Incluso a veces algún padre era donante voluntario para un hijo del que no se podía o no convenía extraer el hueso que necesitábamos.

La posibilidad de almacenar el hueso extraído en operaciones asépticas y utilizarlo cuando podía hacer falta ha ido aumentando en estos últimos años, y la experiencia favorable ha justificado que cada hospital o servicio importante fuera organizando su propio «Banco de Huesos» u «Osteoteca» (Pais y Goidanich⁹).

De los Bancos de Huesos, algunos utilizan hueso heterólogo, de vaca fundamentalmente (Judet⁵, Meiss⁷); pero la mayor parte emplean hueso homólogo, obtenido de amputaciones, toracoplastias o de excisiones por diversas operaciones ortopédicas de sujetos vivos o de cadáveres frescos que reúnan determinados requisitos.

La conservación del hueso se realiza de una de estas 2 formas: a) por refrigeración; b) mediante un líquido antiséptico.

La técnica más difundida es la de refrigeración con diversas variantes, después que Inclán⁴ la divulgó en 1942 (Bush², Weaver¹⁶, Velasco Zimbrón¹⁵, Kreuz y asociados⁶, etc.).

Ella exige: 1. Obtención aséptica de hueso estéril; es decir, que el hueso utilizado no puede estar contaminado y tiene que obtenerse en las mismas condiciones de asepsia que las de una intervención. 2. Durante todo el proceso de manipulación de los frascos y del material que contienen hay que guardar una serie de cuidados exquisitos para evitar cualquier contaminación. 3. Hay que hacer controles bacteriológicos repetidos, especialmente cada vez que se sacan huesos de un frasco que no es totalmente vaciado o arriesgarse a poner hueso que se pudo contaminar.

La conservación mediante líquido antiséptico tiene las siguientes ventajas con relación al refrigerado:

1. El propio líquido conservador elimina las pequeñas contaminaciones posibles siempre, aunque sea en un pequeño porcentaje de casos.
2. Manejo más sencillo para extraer parte del hueso conservado en un frasco o para reintegrar en él el sobrante.
3. Posibilidad de hacerlo en cualquier medio hospitalario, aun pobremente dotado, por no necesitarse heladora, e incluso facilidad para obtener hueso en otras localidades distintas de la que radica el Banco, o para enviarlo desde éste a otras zonas.
4. Protege contra la transmisión de sífilis, malaria o del virus de la hepatitis (para Wilson¹⁷, ésta sería la única ventaja sobre el método de refrigeración).

El líquido conservador utilizado para conservar hueso es, en unos casos, Mertiolato*, y en otros, Parofenol**.

El uso del Parofenol está muy extendido en Argentina, y los resultados referidos, uniformemente satisfactorios (Vacarezza¹³, Van Domselaar¹⁴, Carnevale³). Este último autor ha utilizado ambos preparados (Mertiolato y Parofenol).

*Mertiolato es la españolización de la palabra «Merthiolate», nombre registrado por la casa Lilly para la venta del Timerosal fabricado por ella.

**El Parofenol es el nombre comercial del cloruro de paraocetil (terciario) fenil-dietoxi di-metil bencil-amonio monohidratado.

El uso del Mertiolato ha sido divulgado por Reynolds¹⁰, y es extraordinario que no haya tenido más favorable acogida. El Mertiolato ha sido utilizado desde hace algún tiempo como líquido conservador de cartílago (O'Connor⁸, Brown y De Mere¹, Straith y Slaughter¹²), y Reynolds y Oliver¹⁰, en 1949, publicaron sus primeras experiencias conservando huesos y utilizándolos en 42 casos. En 1951 exponen estos autores¹¹ los resultados 212 enfermos operados.

Desde 1947, cuando volvimos de Norteamérica, intentamos organizar un Banco de Huesos, pero sólo fue esto posible al hacernos cargo del Servicio de Traumatología, Huesos y Articulaciones del Hospital Provincial, comenzando en octubre de 1951.

Elegimos el método antiséptico en lugar del de refrigeración por varias razones, que se resumen en dos: la organización era más simple, y la seguridad de la esterilización, mayor. Había que tener en cuenta que al mismo tiempo se estaban poniendo en marcha otras secciones en el Servicio y eran escasas las posibilidades materiales y de personal entrenado en las múltiples necesidades de un Servicio de Cirugía Ortopédica.

ORGANIZACIÓN DEL BANCO DE HUESOS

Origen del material y preparación del mismo

Los huesos han sido obtenidos hasta ahora, en su mayor parte, de amputaciones, unas de origen traumático* y otras por gangrenas isquémicas. Pequeñas cantidades han sido facilitadas por operaciones ortopédicas (crestectomías, estiloidectomías, osteotomías, etc.). No se ha utilizado todavía ningún cadáver fresco.

En el quirófano, otro equipo distinto del operatorio se hacía cargo de la pierna amputada. El equipo extractor** obtenía el hueso con todos los cuidados de asepsia rutinarios en las operaciones óseas, con la técnica de no tocar con la mano los tejidos. Los huesos largos se pelaban, incluso del periostio; la tibia se cortaba a lo largo con sierra eléctrica, en 3 partes, haciendo la sección a nivel de los ángulos de este hueso. El peroné se conservaba íntegro o se cortaba por la mitad. Los huesos del pie y los metatarsianos se extraían y conservaban íntegros por si fueran necesarios para alguna sustitución. Este tiempo quirúrgico es extraordinariamente laborioso. Los pequeños trozos obtenidos por osteotomías o crestectomías se introducían inmediatamente en el frasco con el líquido conservador. De cada extracción se rellena un impreso por triplicado: uno que se destina a la historia clíni-

ca del donante, otro que pasa al Servicio de Farmacia, encargado de almacenar el material, y otro que conservamos nosotros en la carpeta correspondiente (fig. 1).

Conservación del material

Una vez pelados y fragmentados los huesos, se introducen en frascos de boca ancha con solución de Mertiolato al 1 por 1.000, en la que permanecen 15 días, al cabo de los cuales se trasladan a otra solución al 1 por 5.000. Un mes más tarde se pasan a otro frasco con líquido a la misma concentración. Al cabo de otro mes, y previos 2 controles bacteriológicos del material de cada frasco, el hueso está listo para ser utilizado***. Cada frasco está numerado y lleva su ficha. En un mismo frasco no se mezcla hueso de distinto origen. Mientras no se usan, los frascos permanecen en neveras a una temperatura entre 0° y -2° (fig. 2).

Al principio utilizábamos 2 frascos: uno pequeño con Mertiolato, que se introducía a la vez en otro más grande esterilizado, como hacía Bush² para el hueso refrigerado. Al introducir hueso en el frasco o al extraerlo, una persona no estéril destapaba el frasco de vidrio externo, del que uno de los ayudantes del cirujano, o éste mismo, extraía el frasco con los huesos, lo destapaba y cogía el material necesario; lo volvía a tapar y quedaba en la mesa del instrumental para reintegrar lo que sobrase; posteriormente se volvía a introducir en el frasco grande.

La práctica mostró que esta técnica era un poco engorrosa y realmente nuestras pretensiones asépticas estaban así disminuidas, ya que el tiempo que el frasco interior permanecía fuera del otro podía teóricamente contaminarse por sus paredes externas y de rechazo contaminar al cirujano, a menos que hubiera un ayudante destinado exclusivamente a este objeto o que se pusiera otros guantes encima o se los cambiase al dejar de manipular el frasco. Por todas estas razones, el frasco es ahora único, contiene el líquido y el hueso, el tapón es de vidrio y cierra a presión. Cualquier persona auxiliar instruida destapa el frasco y con pinzas la instrumentista extrae el hueso. Acto seguido quien mantenía el frasco vuelve a taparlo. Esta operación se repite para reintegrar al frasco el sobrante del hueso o cuando se necesita más.

El hueso extraído del frasco se lava con suero fisiológico colocado en una pequeña batea y se fragmenta o se prepara en el tamaño y forma necesarios para el uso a que está destinado. En este momento se quita cualquier resto de periostio o cartílago que pudiera residual.

***El Servicio de Farmacia del Hospital Provincial, que dirige el Dr. D. Carlos Gandullo, ha colaborado activamente en la organización del Banco de Huesos, estando encargados los Dres. Jiménez y Fuertes de la parte correspondiente a la conservación del material y de la comprobación bacteriológica del mismo. Una vez recibidos en el Servicio de Farmacia de partes de donantes y receptores, ellos se encargan de anotar en unas fichas los cambios de solución y los resultados de los controles bacteriológicos (fig. 3).

*En una ocasión, el material fue facilitado por el Servicio de Urgencia, y en otra, por el de Neurocirugía.

**Durante este año, la extracción del material estaba encomendada exclusivamente a 2 equipos, dirigidos por los Dres. López Quiles y Vaquero González.

HOSPITAL PROVINCIAL DE MADRID
SERVICIO DE TRAUMATOLOGÍA, HUESOS Y ARTICULACIONES
 Jefe: Profesor Dr. V. SANCHIS OLMOS

BANCO DE HUESOS

PARTE DE EXTRACCIÓN:

Apellidos Nombre Edad

Sala Fecha Historia núm.

Huesos extraídos

.....

.....

Enfermedad que padecía

.....

Fecha de la defunción o amputación y motivos de las mismas

.....

DATOS COMPLEMENTARIOS:

WASSERMANN Análisis de sangre

.....

.....

Equipo extractor: Dr. Dr. Srta.

Conservado en los frascos número

Madrid, de de 195....
 El Jefe del Equipo extractor,

Figura 1. Impreso correspondiente al «Parte de extracción» que se acompaña a los huesos extraídos, para confeccionar con estos datos la ficha correspondiente del Banco.

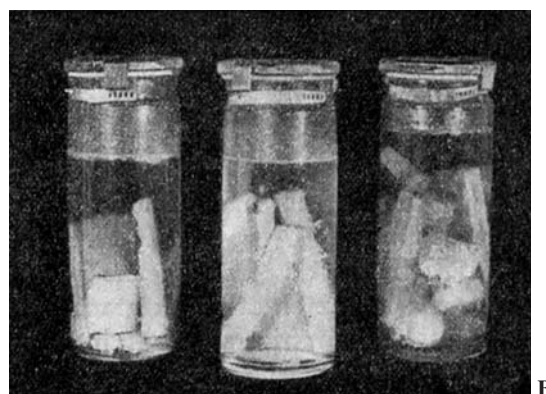
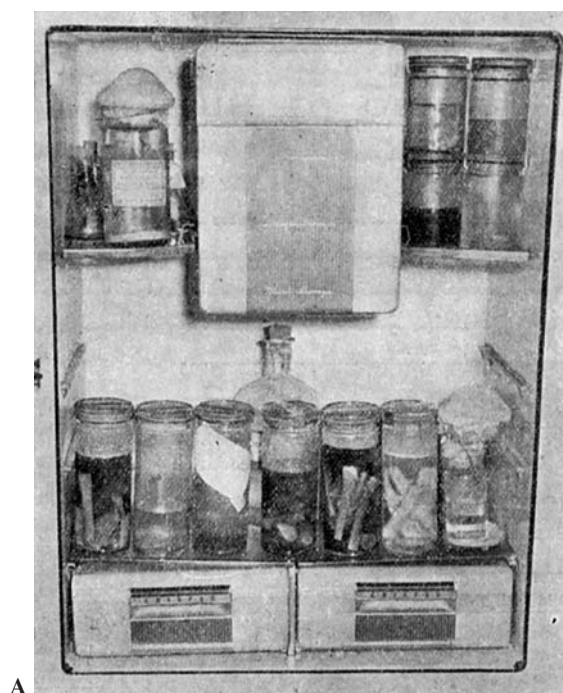


Figura 2. A: Osteoteca almacenada en nevera. En la parte superior izquierda está el hueso que se estimó contaminado cuando se extrajo. B: Detalle de unos frascos con hueso conservado. Obsérvese el collar metálico con el número correspondiente.

Núm.

HOSPITAL PROVINCIAL DE MADRID
 Servicio de Traumatología, Huesos y Articulaciones
 Jefe: Profesor Dr. V. SANCHIS OLMOS

BANCO DE HUESOS

FICHA DE DONANTE: Núm.

Apellidos Nombre Edad

Sala Historia núm. Fecha

Enfermedad que padecía

Fecha de la defunción o amputación y motivo de las mismas

Huesos extraídos

Equipo extractor: Dr. Dr. Sra.

DATOS COMPLEMENTARIOS:

WASSERMANN: Análisis de sangre

Conservado en los frascos número

RECEPTORES: Historias número

CAMBIOS DE DILUCION DEL MERTHIOLATO

Frasco número	Conservación y 1.ª Dilución	2.ª Dilución	OBSERVACIONES

Figura 3. Modelo de fichas que se confeccionan con arreglo a los datos del parte de extracción. Anverso y reverso.

Cada vez que se utiliza hueso conservado se rellena también una ficha por triplicado, que se reparte de manera semejante a las de los donantes: una, a la historia del enfermo, y de las otras 2, una queda en la carpeta correspondiente y la otra se envía al Servicio de Farmacia. En la ficha se hace constar el donante y la calidad del hueso utilizado y el frasco del que se extrajo (fig. 4).

Finalidad del Banco

Nuestro proyecto inicial fue constituir un Banco de Huesos cuya utilización fuera ampliable a los diversos Servicios de la Especialidad, tanto en Madrid como en el resto del ámbito nacional. El Banco de Mertiolato facilita el transporte, por cuanto no se estropea el hueso, como ocurre con el refrigerado si aumenta la temperatura ambiente.

Estimábamos que antes de realizar este proyecto, debíamos, durante 1 año, realizar la parte experimental de la organización que se refiere a los siguientes aspectos:

1. Poseer Mertiolato en cantidad suficiente para que siempre que hubiera material para el Banco no se desaproveche por escasez del medio conservador, como ya nos ocurrió al comienzo.
2. Resolver los detalles sobre el mejor tipo de envase, así como organización del fichero, control bacteriológico, etc.
3. Preparar equipos extractores para la mejor utilización del material.
4. Aplicar el hueso del Banco bajo nuestra personal supervisión en la clínica humana, para tener la seguridad de los siguientes detalles:
 - a) Tolerancia del hueso trasplantado.
 - b) Ausencia de reacciones debidas al líquido conservador.

Los tipos de operación se indican en la tabla 1.

En 10 casos, al hueso del Banco asociamos hueso autógeno. Corresponden estos casos a 8 artrodesis vertebrales posteriores a uno de tobillo y al quiste de húmero.

En las artrodesis vertebrales posteriores se utilizó la técnica de Hibbs, añadiendo, por lo menos, 2 injertos laterales tipo Henle. En otro caso (escoliosis) se fraccionaron los injertos masivos de tibia en virutas alargadas. En el quiste humeral se asoció hueso del Banco a hueso extraído de la cresta ilíaca del propio enfermo.

El caso de epifisiodesis fue realmente un autoinjerto conservado en Mertiolato. Se trataba de un poliomiélico al cual se le hizo una crestectomía y se conservó el hueso extirpado; semanas después, cuando se realizó una epifisiodesis se utilizó el hueso extraído para rellenar el espacio residual, tras la extirpación del cartílago de conjunción.

Resultados

Los resultados los expondremos refiriéndonos a los diversos aspectos que queríamos estudiar.

a) *Tolerancia del hueso.* Ha sido absoluta en todos los casos.

b) *Ausencia de reacción por culpa del Mertiolato.* En el primer caso se nos olvidó lavar el injerto con suero antes de aplicarlo. Se trataba de una osteosíntesis vertebral posterior por mal de Pott. La operación fue semejante al Hibbs,

añadiendo 2 injertos laterales tipo Henle. La herida operatoria cicatrizó por primera intención. A los 8 días se observó una especie de derrame subcutáneo sin signos de inflamación en la zona de aplicación de los injertos, que aumentó durante 2 días más y que fue paulatina y espontáneamente cediendo hasta desaparecer una semana más tarde.

En todos los restantes casos el injerto se bañó previamente en suero y no volvimos a observar ninguna reacción semejante.

c) *Ausencia de contaminaciones.* De nuestras operaciones, 31 fueron realizados en regiones no infectadas previamente por gérmenes patógenos o era muy antigua la infección, que había curado sin reactivaciones posteriores. En uno de estos enfermos hubo infección postoperatoria, cicatrizando en los demás las heridas por primera intención. En 9 casos la operación se realizó sobre una zona supurante. En un solo caso no hubo cicatrización total, es decir, de toda la herida operatoria, por primera intención. Estos 2 casos merecen comentario especial.

CASO NÚMERO 1

Remigio González Casanova, de 69 años. Historia 2.075 (figuras 5 y 6). Profesión, vendedor ambulante.

Hace 29 años se fracturó el antebrazo derecho. No es posible obtener datos exactos sobre la historia clínica por el déficit mental de este enfermo. Sólo recuerda que su fractura no consolidó y fue operado por 3 veces, fracasando en todas ellas y residuándole siempre una pseudoartrosis de ambos huesos. Nunca movió la mano bien, pero no puede relacionar este déficit funcional con el traumatismo o con alguna de las intervenciones. Tiene una pseudoartrosis muy

Tabla 1. Tipos de operación

Artrodesis, 20.	
Vertebral posterior	8
Vertebral anterior	4
Isquiofemoral	1
Intraarticular de cadera	5
Tibiotarsiana	2
Osteomielitis fistulizadas, 7.	
Tibia	4
Maxilar superior	2
Calcáneo	1
Osteotomías osteoplásticas, 3.	
Tibia	2
Primer metatarsiano	1
Seudoartrosis, 2.	
Tibia	1
Cúbito y radio	1
Quistes óseos, 4.	
Húmero	1
Maxilar superior	3*
Rinoplastias	2*
Epifisiodesis	1
Osteítis tuberculosa. Metáfisis superior de fémur	1
Total	40

*Una de las osteomielitis crónicas de tibia y una de las rinoplastias, corresponden al Servicio de Cirugía General del Dr. Rodríguez Mata. Los casos de osteomielitis de maxilar y la otra rinoplastia corresponden al Servicio de Cirugía Bucal, que dirige el Dr. Marcos Gómez. A ambos Servicios se les facilitó hueso una vez conocida la inocuidad del material. En nuestro examen de resultados incluimos estos casos por cortesía de los colegas citados.



Figura 5. Seudoartrosis de antebrazo en un hombre de 69 años, que data de 29 años de antigüedad. A: Radiografía preoperatoria. B: Radiografía postoperatoria, después de cruentación y refrescamiento de los extremos, enclavado intramedular con alambre de Kirschner e injertos en «empalizada», del Banco. Se ha colocado también una lazada metálica en cada hueso para impedir la distracción.

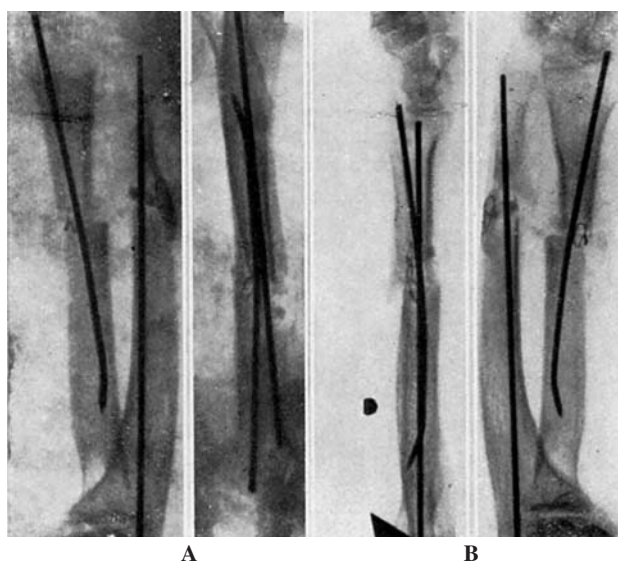


Figura 6. Radiografías del mismo caso de la figura anterior. A: A los 3 meses. B: A los 3 meses y medio. Ausencia de consolidación, reabsorción de gran parte de los injertos óseos; reabsorción casi completa del extremo distal del cúbito.

movible en tercio medio de antebrazo, una rigidez en las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas y un síndrome clínico de parálisis radial.

Operación

El 19-6-52, con anestesia de plexo. Hemostasia previa.

Se alinean los fragmentos óseos y se resecan los extremos hasta llegar al canal medular. La alineación de los fragmentos se mantiene con 2 alambres de Kirschner intramedulares. Para evitar la diálisis se hace una sutura con alambre de acero inoxidable en cada uno de los huesos. Se colocan subperióticamente injertos de ala ílfaca del Banco a nivel de las líneas de fractura, en la parte dorsal del antebrazo, con objeto de prevenir una sinóstosis radiocubital. La hemostasia se prolonga durante una hora, al cabo de la cual se suprime durante 5 minutos, volviéndose a aplicar durante 40 minutos más.

Durante el postoperatorio tuvo trastornos circulatorios de tipo simpático con edema y acrocianosis que fueron desapareciendo paulatinamente.

El 27 de junio, o sea a los 8 días de la intervención, se quitó el vendaje enyesado y los puntos de las heridas, que aparecían normalmente cicatrizadas. Se renovó el vendaje enyesado, ajustándosele. Se comentó entonces a hacer reeducación funcional de la mano y de los dedos. El control radiográfico postoperatorio inmediato mostraba una buena reducción y alineamiento de los fragmentos. A los 2 meses y medio se hizo un control y observamos con desagradable sorpresa una reabsorción parcial de los huesos del Banco, así como del extremo distal del cúbito (fig. 6A). Durante este tiempo el enfermo siguió con su vendaje enyesado, sin

que hubiera ninguna manifestación objetiva, salvo que iba mejorando la capacidad funcional de la mano.

En 12-11-52 se renovó el vendaje de yeso con objeto de hacer una radiografía. Con sorpresa nos encontramos un exudado a nivel de las heridas operatorias y una fístula en cada una de las heridas. Se hizo una radiografía (fig. 6B), comprobándose que había aumentado la osteólisis y que no existía ninguna imagen de callo, y asimismo clínicamente persistía la pseudoartrosis. Se volvió a colocar el vendaje enyesado y se fenestró a nivel de ambas heridas para seguir su evolución.

Consideramos, por tanto, este caso como un fracaso, que podría atribuirse a 4 razones, aislada o conjuntamente:

1. Contaminación operatoria.
2. Intolerancia de la osteosíntesis.
3. Intolerancia del hueso conservado.
4. Infección latente residual de sus operaciones anteriores.

De estas 4 hipótesis, la infección latente preexistente es la más sugestiva, teniendo en cuenta que la cicatrización de las heridas por primera intención hace menos probable la contaminación operatoria, posible, sin embargo.

La intolerancia por parte del material de osteosíntesis no puede ser eliminada hasta que no lo extraigamos y lo observemos, y no es de suponer que la causa estuvo en el hueso conservado, habida cuenta de la perfecta tolerancia que ha tenido en todos los demás casos. Si no hubiera habido fistulización hubiéramos podido achacar a factores tróficos este proceso de reabsorción ósea.

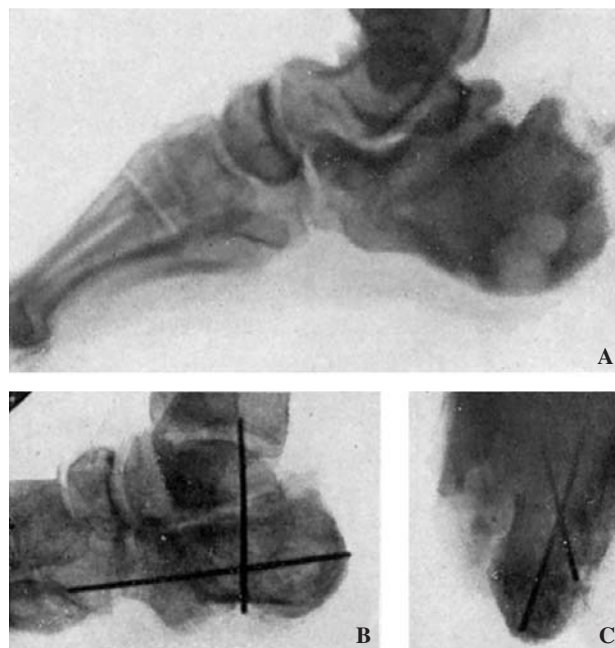


Figura 7. A: Radiografía de un caso de osteomielitis crónica, muy grave, con acentuada destrucción ósea, en un hombre de 41 años. B y C: radiografías de control después de la sustitución del calcáneo por otro del Banco de Huesos, fijado con 2 alambres de Kirschner.

Tabla 2. Estadísticas de infecciones postoperatorias

Autor	Tipo banco	Número de casos	Número de infecciones		(%)
			En zonas asépticas	En zonas supurantes	
Reynolds	Mertiolato	212	6	5	5,2
Weaver	Refrigeración	49	1	3	8,1
Sanchís Olmos	Mertiolato	40	1	1	5,0

CASO NÚMERO 2

Miguel Huertas Montero, de 41 años. Historia 1.513.

Hace 2 años, y encontrándose previamente bien, comenzó a sentir molestias en el talón derecho, que se le hinchó al mismo tiempo que se le formó un absceso y una fístula que ha conservado desde entonces. No puede andar y ha tenido épocas de más o menos dolor, fiebre e hinchazón, abriéndosele 2 nuevas fístulas. Ingresa en el Servicio con el talón enormemente hinchado, con una cicatriz de una fístula en borde plantar externo y 2 fístulas abiertas, correspondiendo una a la planta y otra en la cara posterior del talón.

En el Servicio ingresa el 19-4-52; se le hace una radiografía (fig. 7A) y se comienza un tratamiento con penicilina. El reposo con el miembro elevado y el tratamiento con penicilina disminuyen todos los signos inflamatorios subagudos que el enfermo tenía. Se cura la fístula plantar, pero no se consigue cicatrizar la posterior.

Le operamos el 4-7-52, resecándole el calcáneo, salvo la parte más anterior de su apófisis mayor. Cruentamos las superficies articulares inferiores del astrágalo y sustituimos el hueso resecado por un calcáneo completo del Banco de Huesos. El nuevo calcáneo se solidariza al astrágalo y a la cabeza con 2 alambres de Kirschner. El tendón de Aquiles se reinserta en el nuevo hueso con una grapa y un alambre circular. La herida operatoria se sutura normalmente, dejando 2 tubitos para penicilina. El postoperatorio es tranquilo. La herida operatoria cicatriza por primera intención, salvo a nivel de la primitiva fístula posterior. Como ésta corresponde a los elementos de osteosíntesis que sostenían el tendón de Aquiles, se extraen éstos. El enfermo no tiene fiebre y subjetivamente se encuentra bien. El orificio fistulizado, sin embargo, se cierra.

Una radiografía hecha el 5-11-52, es decir, a las 7 semanas de operado, no nos permite sentar una indicación para extraer el hueso trasplantado, por lo que decidimos seguir con inmovilización con el botín fenestrado y esperar. El 10 de septiembre se le forma un pequeño absceso en el talón, a nivel de la otra fístula que tenía antes de la operación, saliendo una pequeña cantidad de pus. Con la abertura de esta nueva fístula, la superior tiene tendencia a cicatrizar.

Durante este intervalo, varias veces hemos estado dudando sobre la indicación de considerar como definitiva-

mente fracasada la sustitución ósea y extraer el trasplante.

El estado general del sujeto sigue siendo bueno, no tiene fiebre, no tiene dolor, y como la imagen radiográfica no es en principio muy desfavorable, seguimos esperando para ver si se modifica satisfactoriamente esta evolución.

Ignoro si podemos variar nuestro calificativo, ya que consideramos éste como otro fracaso operatorio, pero en este caso es lícito suponer que el terreno infectado ha sido fundamentalmente la causa. Quizá tenga influencia la existencia de un material de osteosíntesis, habida cuenta de que los 2 únicos casos con infección postoperatoria han ocurrido precisamente en casos en los que hemos asociado material metálico. Por otra parte, tampoco hay duda que el proyecto era quizá demasiado ambicioso.

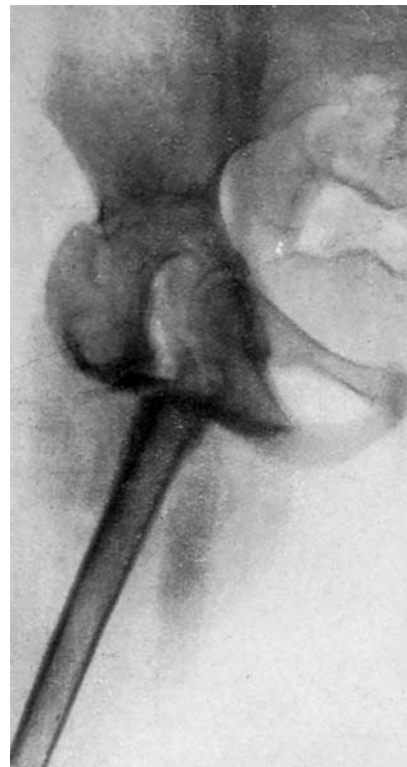


Figura 8. Radiografía de un caso de artrodesis isquiofemoral (técnica de Trumble-García Díaz), con injerto del Banco. A los 5 meses, necrosis y fractura del injerto.

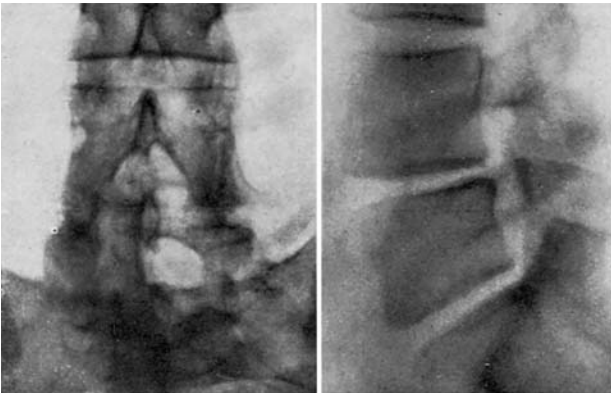


Figura 9. Radiografías de un caso de hernia de disco, entre 5.^a L y 1.^a S, en un hombre de 45 años, operado de artrodesis lumbosacra unilateral, después de laminectomía. Resultado a los 5 meses.

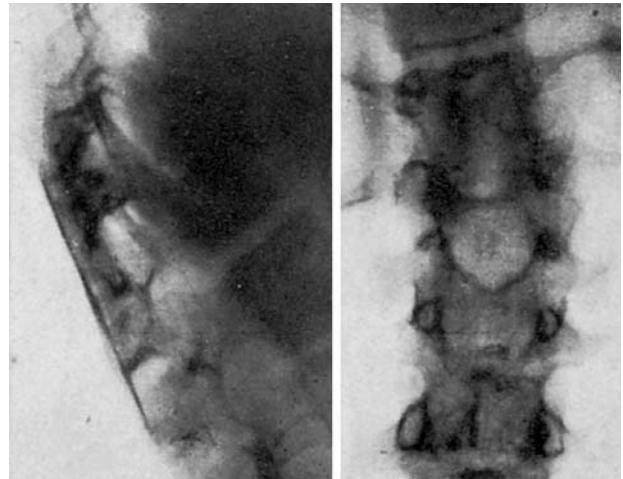


Figura 10. Artrodesis vertebral posterior, con técnica de Hibbs-Henle, en una niña de 7 años de edad. Resultado radiográfico a los 5 meses.

EFICACIA BIOLÓGICA DEL HUESO CONSERVADO EN MERTIOLATO

No podemos considerar este importante aspecto en toda la casuística por no haber transcurrido tiempo suficiente en la mayor parte de los casos. Estudiando únicamente los 12 primeros operados en los que ha transcurrido un mínimo de 5 meses, nos encontramos con 10 consolidaciones, es decir, 83% de excelentes resultados biológicos; una necrosis y fractura del injerto (fig. 8) y otra reabsorción del injerto en una fusión vertebral anterior por hernia discal, o sea 16% de fracasos. Aquellos diez casos corresponden a 5 fusiones vertebrales posteriores: una pseudoartrosis de tibia, un quiste óseo y 2 osteotomías osteoplásticas de tibia (figs. 9, 10, 11). (Los casos citados de infección no corresponden a esta serie de 12 enfermos.)

Estas cifras estadísticas son favorables, pero no pueden calibrar exactamente la eficacia biológica del hueso conservado, pues habría que comparar los resultados con opera-

ciones semejantes en las que sólo se utilizó hueso fresco autólogo. Por otra parte, el fracaso en la artrodesis tipo Brittain también podía haberse presentado con injerto autólogo (fig. 8).

No nos sentimos, por tanto, autorizados a sentar una conclusión definitiva, lo que está de acuerdo con la calidad de nota previa de esta comunicación, pero sí nos parece justificado exponer nuestra impresión personal concretándola en las siguientes:

1. El Mertiolato es un buen método para conservar hueso, y está justificada la organización de un Banco de Huesos con este método.
2. La utilización de hueso conservado debe limitarse a los casos con indicaciones precisas.
3. Parece ser que la rehabilitación del injerto conservado está sujeta a un proceso semejante al del hueso fresco, pero más lento.

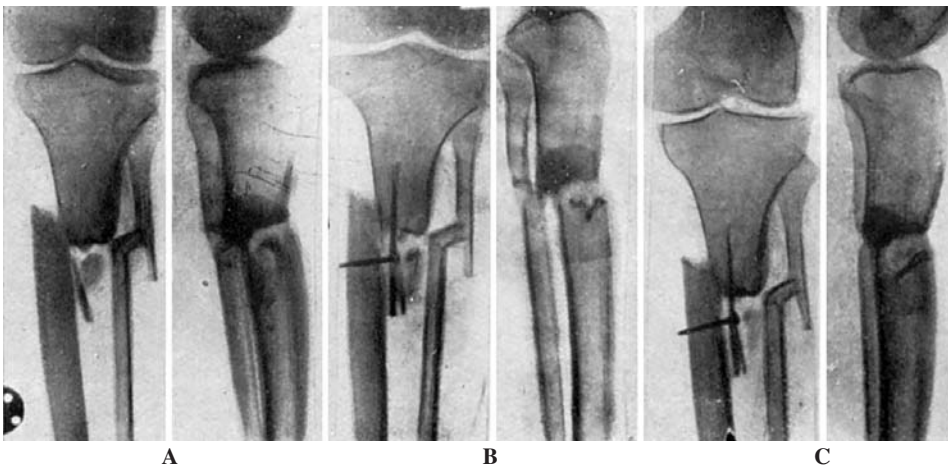


Figura 11. A: Pseudoartrosis de tibia en un hombre de 74 años de edad. Radiografía preoperatoria. B: Radiografía postoperatoria después de la colocación de un injerto del Banco. C: Resultado a los 6 meses. Fusión del injerto a la tibia y fusión ósea a nivel de la pseudoartrosis.

4. Las zonas poco vascularizadas no son aptas para injertos, sea cualquiera su clase, frescos o conservados, autólogos o heterólogos.

5. El hueso conservado es inferior al hueso fresco autólogo como elemento de trasplante en injertos masivos o en puente.

6. El hueso conservado es extraordinariamente útil y de eficacia comparable a la del hueso fresco cuando se utiliza como material de relleno sobre un lecho de hueso o en contacto con tejido óseo.

7. Los mejores resultados se obtienen cuando se combinan injertos frescos autólogos, hueso conservado y lecho óseo bien vascularizado y son en todo semejantes a los casos en los que se utiliza exclusivamente hueso autógeno fresco.

BIBLIOGRAFÍA

- Brown JR, De Mere M. Establishing a preserved cartilage bank. *Plastic and reconstruct surg* 1949;3:283-93.
- Bush FL. The use of homogenous bone grafts. A preliminary report on the bone bank. *Journ Bone Joint Surg* 1947;29,3:620.
- Carnevale V. A propósito de injerto óseo conservado en Parofenol. Comunicación previa. *Bolet Argent Ortop Traum*, XVI, 4, 121.
- Inclán A. The use of preserved bone grafting orthopedic surgery. *Journ Bone Joint Surg* 1942;26:81-96.
- Judet R. Hétéro-greffes osseuses. *Revue d'Orthopédie* 1949; 35:582.
- Kreuz FP, Hyatt GW, Turner TC, Bassett AL. The preservation and clinical use of freeze-dried bone. *Journ Bone Joint Surg* 1951;33A,4:863.
- Meiss WC. Transplantation avec de l'os conservé. *Acta Ortop Belg* 1952;18,1:19.
- O'Connor GB. Merthiolate: a tissue preservative and antiseptic. *Amer Journ of Surg* 1939;45:563.
- Pais C, Goidanich IF. Osservazioni biologiche e cliniche sui trapianti ossei congelati. *Chir Org Mov* 1952;XXXIV,IV;312.
- Reynolds FC, Oliver DR. Clinical evaluation of the Merthiolate bone bank. A preliminary report. *Journ Bone Joint Surg* 1949;31A,4:792.
- Reynolds FC, Oliver DR, Ramsey R. Clinical evaluation of the Merthional bone bank and homogenous bone grafts. *Journ Bone Joint Surg* 1951;33A,4:873.
- Straith CL, Slaughter WB. Grafts of preserved cartilage in restorations of facial contour. *JAMA* 1941;3:2008.
- Vaccarezza OA. Banco de Huesos al Parofenol. *Bol Sdad Argent Ort Traum XII*, 1951;25:732.
- Van Domselaar F. Huesos conservados en Parofenol. *Bol Sdad Argent Ort Traum XVI*, 1951;1:25.
- Velasco Zimbron A. Injerto óseo homólogo congelado, proveniente de persona fallecida. Experimentación en 20 conejos y estudio de 128 intervenciones humanas. *Anales de Ortop y Traum* 1950;1:1.
- Weaver JB. Experiences in the use of homogenous (Bone bank) bone. *Journ Bone Joint Surg* 1949;31A,4:778.
- Wilson Ph. Discusión de la comunicación de Reynolds. *Journ Bone Joint Surg* 1949;31A,4:799.

Comentario

Estamos ante un excelente trabajo del Profesor Sanchís Olmos, sobre el desarrollo y planificación de un Banco de Huesos. Es importante situar este extraordinario artículo en el tiempo de su realización (hace medio siglo), y nos damos cuenta que fue intuitivo en sus ideas y debe ser considerado como uno de los pioneros en la organización de los bancos de huesos contemporáneos.

Este artículo, no solo es un clásico en la literatura ortopédica española, sino un clásico de la literatura ortopédica mundial, en su apartado de Banco de Huesos. Desgraciadamente, no ha sido valorado, ni citado por la mayoría de los autores como tal, pero estoy seguro que solo ha sido por desconocimiento e ignorancia de su existencia.

Los Bancos de Huesos y Tejidos han hecho progresos muy importantes y significativos en los últimos años en la selección del donante, en las metodologías de la extracción, almacenamiento y procesamiento lo que deriva en mayor seguridad del injerto y eficacia en su utilización. Actualmente, los trasplantes de órganos y tejidos, donde se incluyen los bancos de huesos están regulados por la legislación española por los Reales Decretos 411/1996 y

2070/1999. Igualmente, existen estándares recomendados por la Asociación Española de Bancos de Huesos y Tejidos, que sugieren las pautas más seguras para la obtención, conservación y distribución del injerto ideal.

Los trasplantes de órganos y tejidos se han convertido en una revolución médica. Los órganos salvan vidas y los tejidos mejoran la calidad de vida de miles de personas. Los trasplantes de órganos, tales como el corazón, el hígado, etc., atraen siempre la expectativa de los medios de comunicación y de la población civil, por el drama que se asocia a estas cirugías. Sin embargo, los trasplantes de tejidos que hacen posible injertos de piel para quemados, corneas para corregir ceguera y tejidos músculo esqueléticos que reconstruyen defectos óseos o inestabilidades ligamentosas, no son populares y su difusión es poca y sus beneficios desconocidos por la mayoría de la población civil y médica. La variedad de tejidos preservados y trasplantados se ha incrementado rápidamente con el paso del tiempo: huesos, piel, válvulas cardíacas, tejidos cardiovasculares, cornea, semen y productos derivados de la sangre (células precursoras hematopoyéticas, médula ósea, sangre periférica y sangre del cordón umbilical).

El Profesor Sanchís Olmos organiza y desarrolla un proyecto de Banco de Huesos Regional, con conservación mediante líquido antiséptico, que en su caso era el Timerosal (Merthiolate o mertiolato)^{®1}. No utiliza la criopreservación, que en aquel entonces era refrigeración, por motivos de infraestructura y por que pensaba que podía disminuir la contaminación del injerto, además por la facilidad del manejo y de almacenamiento de los injertos. El banco de huesos, se basaba en un equipo sanitario experimentado que realizaba las extracciones de forma estéril de los tejidos. En cuanto a la logística de procesamiento, hace énfasis en evitar la contaminación de los injertos durante su extracción, en la existencia de la contaminación cruzada, en la importancia de controles bacteriológicos durante la manipulación del injerto en su procesamiento. El embalaje de los tejidos se realizaba de forma minuciosa en frascos de cristal estériles en su interior y los injertos de procedentes de diferentes donantes no se debían mezclar.

La utilización de conservación de los injertos mediante líquido antiséptico, mediante timerosal, tal como lo recomienda el Dr. Sanchís Olmos, se debe a Reynolds y Oliver que en 1949^{2,3}, publican su experiencia mediante este medio.

Es importante anotar, algunas diferencias de la metodología del Dr. Sanchís con Reynolds: El Dr. Sanchís, en su artículo no comenta la toma de cultivos en el momento de la extracción estéril, realizando los cultivos durante el proceso de conservación y al cambiar de concentración la solución antiséptica. Reynolds, si aclara en su artículo que toma cultivo de la médula ósea de cada injerto en el momento de la extracción y posteriormente durante los cambios de concentración de la solución. Sanchís Olmos, realiza la limpieza de partes blandas de los injertos óseos, durante la extracción y Reynolds, la realizaba en quirófano en el primer cambio de concentración, o sea a las 2 semanas (al pasar de 1:1,000 a 1:5,000).

Aunque aún no existían estándares, ni legislación de los bancos de hueso, el trabajo burocrático para la trazabilidad de los injertos era modélico. Realizaba por triplicado los impresos de cada extracción y de cada receptor, que se destinan a la historia clínica del enfermo, al Servicio de Farmacia y al propio archivo del banco de huesos.

Aunque, no utilizo injertos provenientes de cadáveres, si hace mención de su utilidad y de hecho en la ficha que se debía rellenar sobre el donante, esta posibilidad estaba contemplada (*fecha de defunción o amputación y motivo de la misma*).

El profesor Sanchís Olmos y sus antecesores, tenían los conceptos muy claros acerca que el hueso es el tejido más útil y compatible para rellenar defectos óseos o para reemplazar parte de uno o en su totalidad, que el injerto autólogo es el ideal y que biológicamente es claramente superior al aloinjerto. Pero al no existir disponibilidad suficiente sin una morbilidad alta en su extracción, hace que la alternativa

de los injertos almacenados en los bancos de huesos, permita la disponibilidad de una cantidad ilimitada de hueso, evitando la morbilidad de su extracción.

En cuanto a la selección del donante, refiere que el líquido antiséptico que utilizaba (Metiolato) protege contra la malaria, sífilis y el virus de la hepatitis y además en las fichas de donación se debía transcribir la enfermedad que padecía el donante y se hacían exámenes de sangre (no específica cuales), lo cual quiere decir que si tenía en cuenta la procedencia del injerto.

Su trabajo lo finaliza con la evaluación de la casuística de los pacientes receptores de los injertos. La descripción de los casos y la evolución de los mismos esta realizada de forma metódica y excelente. La casuística se refiere solo a 1 año (Octubre de 1951 a Octubre de 1952), y el total de pacientes fue de 40, cifra nada despreciable, aún en el año 2002. Sus conclusiones son de una enseñanza importante, y puedo mencionar algunas, que aún debemos de tener en cuenta: La utilización de hueso conservado debe limitarse a los casos con indicaciones precisas, la incorporación del aloinjerto es semejante a la del autoinjerto, pero más lenta, las zonas poco vascularizadas, no son aptas para implantar injertos de cualquier clase, ya sean autoinjertos o aloinjertos.

Es fundamental mencionar que existen 2 nombres de origen hispano en el desarrollo de los bancos de huesos y tejidos. Uno sin lugar a dudas, es el Dr. Alberto Inclan, que en 1941, desarrolla y crea las bases del que es posiblemente el primer banco de huesos contemporáneo en el Hospital Nuestra Señora de las Mercedes (hoy denominado «Comandante Manuel Fajardo») en La Habana, Cuba⁴ y el Prof. Sanchís Olmos que aunque inicia la publicación y la puesta en practica de sus trabajos sobre banco de huesos en 1951, ya desde 1947, como bien lo describe en su artículo y que es al retornar de Norteamérica cuando intenta organizar un banco de huesos. El Profesor Sanchís Olmos, estuvo en el Hospital General de Massachusetts de Boston, durante 1946, al ser «pensionado» por la Dirección de Relaciones Culturales del Ministerio de Asuntos Exteriores, bajo la dirección del profesor Ober. Probablemente durante esta estancia, es cuando desarrolla y madura todas sus ideas sobre banco de huesos.

Si estudiamos detenidamente la historia de los bancos de huesos contemporáneos, al Dr. George Hyatt, se le da el honor de ser el primer director médico de un Banco de Huesos⁵. Pues en los años 1950 y 1951⁶, crea y dirige en Estados Unidos de América, el Banco de Tejidos de la Marina Americana y estos años, coinciden con los años que el Prof. Sanchís Olmos también crea su banco de huesos en el Hospital Provincial de Madrid, y aunque en su artículo, él no se denomina director médico, las funciones que realiza si lo son o sea que podemos hablar de ser correspondiente con el Dr. Hyatt en EE.UU.

Para conocer aún mejor, donde se emplaza al Dr. Sanchís Olmos en la historia de los bancos de huesos y teji-

dos, creo que es fundamental hacer un repaso de sus principales protagonistas.

HISTORIA DEL DESARROLLO DE LOS BANCOS DE HUESOS

La posibilidad de reemplazar un tejido o un órgano insuficiente o portador de una enfermedad por otro, siempre ha fascinado al ser humano. No es de extrañar que el primer caso de un trasplante de un miembro pertenezca más a la leyenda que a la realidad. En el siglo sexto y según la tradición, los Santos Cosme y Damián realizaron un milagro, que consistió en el trasplante de un miembro inferior, ellos habrían trasplantado la pierna enferma de un sacristán por la de un moro recién fallecido. Siendo este acontecimiento la primera referencia en cuanto a un trasplante óseo y este hecho ha sido motivo de numerosas demostraciones artísticas durante el renacimiento⁷.

El aloinjerto es uno de los sistemas de reconstrucción ósea más antiguo que se conoce, pero a la vez el que más controversias han suscitado a lo largo de su historia. El primer aloinjerto humano mencionado en las publicaciones científicas se atribuye a Macewen, un cirujano escocés que en 1879, utilizando un fragmento tibial de una osteotomía, trata una pseudoartrosis infectada en el húmero de un niño, reemplazando 2/3 partes del húmero mediante una aloinjerto intercalar⁸. Pero no fue hasta después de las publicaciones de Lexer, al iniciar el presente siglo⁹, cuando los cirujanos ortopédicos comenzaron a interesarse aun poco más a cerca de los trasplantes masivos con aloinjertos para reconstruir defectos óseos del esqueleto. Desde entonces un gran número de científicos han investigado sobre los diferentes medios de extracción, preservación y almacenamiento y entre ellos el Dr. Sanchís Olmos tiene importancia con la puesta en marcha del Banco de Huesos del Hospital Provincial de Madrid.

Albee y colaboradores en el New York Orthopaedic Hospital a principios del siglo XX¹⁰ realizan trasplantes con injertos autólogos que habían sido extraídos al paciente con antelación y almacenados mediante refrigeración. En 1915¹⁰ publica sus ideas acerca de la preservación del hueso. Ellos preservaban los injertos en refrigeradores a 4 °C, y recomienda que los aloinjertos de cadáver deberían ser lavados con solución salina inmediatamente a su extracción, embalados en gasas y en frascos con vaselina. Albee, a diferencia del Dr. Carrel¹¹, no creía que el hueso debía ser congelado, pues podía causar daño celular adicional. Es importante mencionar que al Dr. Albee se le atribuye la popularización de la técnica de trasplantes con injertos.

Durante el mismo tiempo, Alexis Carrel publicó un artículo pionero en EE.UU. sobre almacenamiento de tejidos músculo esqueléticos¹¹ y fue profético en sus ideas al abordar el tema de utilizar cadáveres como fuente de tejidos y

manifestar su uso como fuente ilimitada para trasplantes y de la posibilidad de distribución de los injertos a otros centros. Igualmente, recomendó la extracción aséptica y la preservación mediante congelación, a temperaturas de -1 °C o -2 °C. Carrell, se basa en los estudios provenientes de Europa, por Tuffier^{12,13} que trabajaba en Paris y quien publica una buena incorporación de los injertos en un modelo animal después de preservarlo a 4 °C y 10 °C por 8 semanas y de Bauer¹⁴ que realizaba el almacenamiento de injertos a la misma temperatura, pero por 3 semanas y que en su serie experimental de animales también obtenía éxito.

Durante los años 40, existen numerosos investigadores que trabajan e investigan sobre el método ideal de preservación, tal como refrigerar o hervir el hueso y es 1941, cuando Inclan en La Habana, Cuba⁴, desarrolla el primer Banco de Huesos contemporáneo, basándose en los trabajos de Albee¹⁰ y Carrel¹¹. El principal origen de los injertos que almacenaba en refrigeración a 2 °C y 5 °C eran injertos autólogos obtenidos de pacientes con patologías que él creía que iban a necesitar injerto en un futuro. Sin embargo, también recomendó el almacenamiento de aloinjertos provenientes de cadáveres y que no tuviesen antecedentes de sífilis, tuberculosis u osteoporosis.

En los años 40, el Dr. Bush, trabajando en el New York Orthopaedic Hospital, publica trasplantes de injerto fresco de donantes vivos en cirugías simultáneas. Pero, con el objeto de evitar las cirugías simultáneas comienza a almacenar injertos óseos a 2 °C y 5 °C y afirma que este método permite la conservación hasta 3 semanas¹⁵. Posteriormente con la colaboración del Dr. Garber, patólogo de su Hospital y basándose en las ideas de la preservación mediante congelación de los injertos de piel¹⁶, inicia estudios experimentales en conejos con injertos congelados, hervidos y frescos y concluye que los injertos congelados a -25 °C consolidan igualmente que los frescos y que los aloinjertos hervidos consolidan peor. Por todo esto, decide iniciar un banco mediante congelación. En 1948¹⁷ publica una serie de 104 pacientes, y compara la evolución de injertos frescos, injertos preservados a 2 y 5 °C y a -25 °C y concluye que los injertos pueden ser congelados y que no existen diferencias significativas y con la gran ventaja de su almacenamiento por largos períodos de tiempo. Al Dr. Bush, se le atribuye ser el primero en preservar los injertos mediante congelación.

En 1947, el Dr. Philip Wilson¹⁸, del Hospital for Special Surgery en Nueva York, publica un excelente artículo acerca de la congelación de los injertos. Él inicia su banco de huesos por congelación en 1946 con donantes vivos, tal como se conciben hoy en día (injertos obtenidos de artroplastias y osteotomias). Cada injerto era cultivado y colocado en un frasco estéril herméticamente sellado y almacenado a -25 °C aproximadamente. Los donantes eran seleccionados por historial clínico y examen físico, descartando principalmente malaria, sífilis y hepatitis. Wilson

también opina que los donantes cadáveres deberían ser otra fuente de injertos. Además, es partidario de iniciar bancos de huesos regionales que pudiesen suplir a los cirujanos de una región.

En 1950 y 1951 durante la guerra de Corea, se creó en Estados Unidos de América el Banco de Tejidos de la Marina Americana, bajo la dirección médica de George Hyatt, a quien se le da el honor de ser el primer director médico de un Banco de Tejidos⁶. El objetivo de este banco era ofrecer tejidos a la demanda potencial de los mismos durante el conflicto. Esta demanda militar, nunca sucedió y los injertos del Banco de Tejidos de la Armada fueron ofrecidos a la población civil. Las indicaciones de los aloinjertos aumentaron y Hyatt decide desarrollar el concepto de la extracción de tejidos de los pacientes fallecidos en el Centro Médico Naval. El mérito de Hyatt fue cambiar el concepto de los pequeños bancos domésticos con sede en los Hospitales a bancos de huesos regionales y con una gran cantidad de injertos disponibles. Hyatt estableció un centro de extracción, procesamiento, almacenamiento y distribución. Muy semejante a las ideas y proyecto del Dr. Sanchís Olmos, pero con la diferencia que el Dr. Hyatt, se encontraba en EE.UU. donde la demanda de injertos es grande y empieza a tener problemas con la distribución de los injertos congelados. Por ello toma la idea de la liofilización del plasma humano y desarrolla la metodología de liofilizar el hueso¹⁹.

En 1951, el Dr. Sanchís Olmos crea el primer banco de huesos en España en el Hospital Provincial de Madrid¹, realizando la conservación con Timerosal, y posteriormente en 1953, se constituyó por Orden Ministerial el Banco Nacional de Huesos como una sección del Instituto de Hematología y Hematoterapia²⁰, y a diferencia del anterior, que únicamente obtenía material humano, conservaba también xenoinjertos de bovinos.

Pero en los años 50, a la par que el Dr. Sanchís Olmos en España, otros bancos en Europa inician su camino. Hult²¹ en 1950, organiza el Banco de Huesos del Instituto Karolinska en Estocolmo, los huesos eran almacenados en refrigeradores a 2 °C a -6 °C y en congeladores a -15 y -25 °C. Arviset y Judet en Francia²², desarrollan un banco de huesos y Henry, organiza el primer banco de huesos del Reino Unido, en el Hospital de la Armada Británica²³.

Una aportación clínica fundamental sucede a comienzos de los años 60, por los Drs. Herndon, Chase y Curtis referente a que la congelación y descongelación de los aloinjertos reducía significativamente la respuesta inmune^{24,25} y la criopreservación es aceptada como el método universal de almacenamiento de los injertos. Aunque algunos bancos que utilizaban timerosal continúan funcionando hasta 1980, como fue el banco de Reynolds en St. Louis, EE.UU³.

Los avances en la tecnología de los Bancos de Huesos, no tendría una repercusión en la práctica clínica y una mayor difusión sin la existencia de las primeras grandes series

de pacientes con aloinjertos masivos, publicados por Frank Parrish del MD Anderson Cancer Center de Houston²⁶ y Henry J. Mankin del Hospital General de Massachusetts de Boston en Estados Unidos de América^{27,28}, al igual que Ottolenghi en Argentina²⁹ y Volkov en la antigua Unión Soviética (30), quienes demostraron series clínicas con casos bien documentados, exhibiendo optimismo en este campo, a pesar de la incidencia de complicaciones, como son la infección, con una frecuencia del 9-15%, las fracturas del 29-41% y la reabsorción del 4-14%. Estos cirujanos han sido los verdaderos precursores e impulsores de la cirugía conservadora de los miembros y de la aplicación clínica de los modernos bancos de huesos.

Los Bancos de Huesos y Tejidos y los trasplantes óseos, han aumentado en demanda y en popularidad en las últimas décadas, ampliando de este modo las posibilidades de reconstrucción en diferentes tipos de cirugías ortopédicas y traumatológicas. Y todo esto ha sido gracias a grandes hombres que han estudiado su metodología y han sido revolucionarios en épocas pasadas, lo que ha llevado a que los grandes avances de hoy sean una realidad y uno de estos grandes hombres es el Profesor Vicente Sanchís Olmos.

E. J. Ortiz Cruz

BIBLIOGRAFÍA

1. Sanchís V. El banco de huesos del Hospital Provincial de Madrid. *Acta Ortop Traumatol Ibérica* 1953;1:3-22.
2. Reynolds FC, Oliver DR. Clinical evaluation of the merthiolate bone bank a preliminary report. *J Bone Joint Surg (AM)* 1949;31A:792-9.
3. Reynolds FC, Oliver DR, Rampsey R. Clinical evaluation of the merthiolate bone bank and homogenous bone graft. *J Bone Joint Surg (AM)* 1951;33A:873-83.
4. Inclan A. The use of preserved bone graft in orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg* 1942;24:81-96.
5. Tomford, WW. *Musculoskeletal tissue banking*. Raven Press, New York 1993.
6. Hyatt GW, Turner TC, Basset CAL. New methods for preserving bone, skin, and blood vessels. *Post-grad Med* 1952;12: 239-54.
7. Rinaldi, E. The first homoplastic limb transplant according to the legend of Saint Cosmas and Saint Damian. *Ital J Orthop Traumatol* 1987;13:394-406.
8. Macewen W. Observations concerning transplantation of bones: illustrated by a case of inter-human osseous transplantation, whereby over two-thirds of the shaft of the humerus was restored. *Poc Roy Soc London* 1881;32:232-4.
9. Lexer E. Joint Transplantation and arthroplasty. *Surg Gynec Obstet* 1925;40:782-809.
10. Albee FH. The fundamental principles involved in the use of the bone graft in surgery. *Am J Med Sci* 1915;149:313-25.
11. Carrel A. The preservation of tissues and its application in surgery. *JAMA* 1912;59:523-7.
12. Tuffier T. Des graffes de cartilage et d'os humain dans les resections articulaires. *Bull Mem Soc Chir Paris* 1911;37:278-86.
13. Tuffier T. Sur les graffes osteo articulaires. *Bull Mem Soc*

- Chir Paris 1913;39:1078-96.
14. Bauer H. Ueber knochentransplantation. Zentralbl Chir 1910; 37:20-1.
 15. Bush LF. The use of homogenous bone grafts: A preliminary report on the bone bank. J Bone Joint Surg 1947;29:620-8.
 16. Matthews DN. Storage of sikiinfor autogenous grafts. Lancet 1945;1:775-6.
 17. Bush LF, Garber CZ. The bone bank. JAMA 1948;137:588-94.
 18. Wilson PD. Experience with a bone bank. Ann Surg 1947;26: 932-46.
 19. Flosdorf EW, Hyatt GW. The preservation of bone grafts by freeze drying. Surgery 1952;31:716-9.
 20. González C. El Banco Nacional de Huesos. González (ed), Madrid 1956.
 21. Hult L. Some experiences with a bone bank. Acta Orthop Scand 1950;19:476-80.
 22. Arviset A, Judet J. Homogreffes et banque d'os. Presse Med 1948;56:860-1.
 23. Henry MO. Homografts in orthopaedic surgery. J Bone Joint Surg (AM) 1948;30A:70-6.
 24. Curtiss PH, Powell AE, Herndon CH. Immunological factors in homogeneous bone transplantation. The inability of homogeneous rabbit bone to induce circulating antibodies in rabbits. J Bone Joint Surg 1959;41A:1482-8.
 25. Herndon CH, Chase SW. The fate of massive autogenous and homogeneous bone grafts including articular surfaces. Surg Gynec Obstet 1954;98:273-90.
 26. Parrish FF. Allograft replacement of part of the end of a long bone following excision of a tumor: Report of twenty-one cases. J Bone Joint Surg 1973;55A:1-22.
 27. Mankin HJ, Doppelt SH, Tomford WW. Clinical experience with allograft implantation. The first ten years. Clin Orthop 1983;174:69-86.
 28. Tomford WW, Doppelt SH, Mankin HJ, Friedlaender G. 1983 Bone Bank Procedures. Clin Orthop 1983;174:22-7.
 29. Ottolenghi CE. Massive osteoarticular bone grafts. J Bone Joint Surg 1966;48B:646-59.
 30. Volkov M. Allotransplantation of joints. J Bone Joint Surg